

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 07307326 A

(43) Date of publication of application: 21.11.95

(51) Int. Cl.

H01L 21/3065

C23F 4/00

(21) Application number: 06097296

(71) Applicant: SONY CORP

(22) Date of filing: 11.05.94

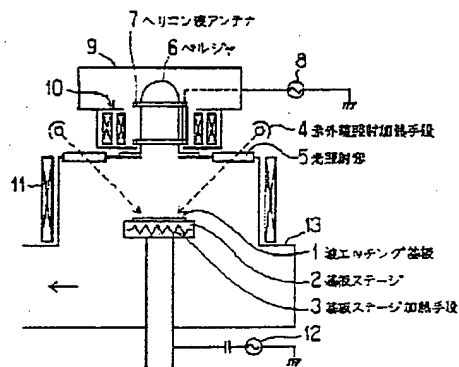
(72) Inventor: KADOMURA SHINGO

(54) METHOD AND APPARATUS FOR PLASMA ETCHING METHOD

(57) Abstract:

PURPOSE: To enable pattern etching-resistant metal wherein the vapor pressure of halogen based reaction product is small, while ensuring a practical etching rate, by installing a plasma generating source capable of obtaining specified plasma density, and an infrared heating means for a substrate to be etched on a substrate stage.

CONSTITUTION: A plasma etching apparatus is provided with a helicon plasma generating source having plasma density of 1×10^{11} - $1 \times 10^{14}/\text{cm}^3$ and a heating means for a substrate to be etched which uses a W halogen lamp. The helicon plasma generating source consists of an antenna 7 for helicon wave travelling around a bell-jar 6, a helicon wave plasma power supply 8, a matching network 9, a solenoid assembly 10, etc. Infrared radiation generated by an infrared radiation heating means 14 constituted of a W halogen lamp, reflecting mirrors, etc., penetrates a light irradiation window 5 of quartz glass or the like, and heats the substrate 1 to be etched.



COPYRIGHT: (C)1995.JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 3 0 7 3 2 6

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 11 月 21 日

(51) Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H01L 21/3065

C23F 4/00

A 8417-4K

H01L 21/302

B

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平 6 - 9 7 2 9 6

(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 5 月 11 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 2 1 8 5

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

(72) 発明者 門村 新吾

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソ

ニー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 高橋 光男

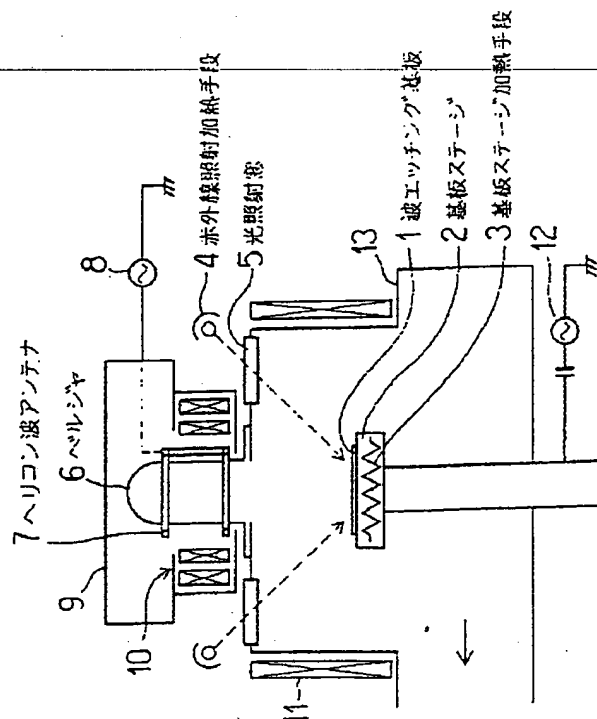
(54) 【発明の名称】 プラズマエッチング装置およびプラズマエッチング方法

(57) 【要約】

【目的】—C-u や P-t 等の難エッチング金属を実用的なエッチングレートで、残渣をとみなわずに異方性エッチングする装置および方法を提供する。

【構成】 被エッチング基板 1 を赤外線照射加熱手段で加熱しつつ、ヘリコン波アンテナ 7 等高密度プラズマ発生源を有するプラズマエッチング装置によりパターニングする。

【効果】 高イオンフラックスでのスパッタリング効果と、短時間の基板加熱により、再拡散や酸化等の素子劣化を伴うことなく、上記目的が達成できる。基板ステージ加熱手段 3 により実プロセス温度以下に被エッチング基板を制御しておけば、この効果は徹底される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 $1 \times 10^{11} / \text{cm}^2$ 以上 $1 \times 10^{12} / \text{cm}^2$ 未満のプラズマ密度が得られるプラズマ発生源と、基板ステージ上の被エッチング基板への赤外線照射加熱手段を具備してなることを特徴とするプラズマエッチング装置。

【請求項2】 基板ステージ加熱手段をさらに有することを特徴とする、請求項1記載のプラズマエッチング装置。

【請求項3】 基板ステージ上の被エッチング基板を赤外線照射加熱しつつ、 $1 \times 10^{11} / \text{cm}^2$ 以上 $1 \times 10^{12} / \text{cm}^2$ 未満のプラズマ密度が得られるプラズマ発生源を用いてプラズマエッチングを施すことを特徴とするプラズマエッチング方法。

【請求項4】 基板ステージ加熱手段により被エッチング基板をさらに加熱することを特徴とする、請求項3記載のプラズマエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体装置の製造プロセス等で使用するプラズマエッチング装置およびプラズマエッチング方法に関し、特に反応生成物の蒸気圧が小さい難エッチング材料層のエッチングに使用して好適なプラズマエッチング装置およびプラズマエッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 LSI等の半導体装置の高集積度化が進み、そのデザインルールがハーフミクロンからクォータミクロンのレベルへと微細化されるにともない、内部配線のパターン幅も縮小されつつある。従来より半導体装置の内部配線材料として多結晶シリコンやAl系金属が多用されてきたが、かかる配線幅の縮小により配線抵抗の増大による信号伝播の遅延や各種マイグレーション耐性の劣化が問題となっている。これを材料面から解決する方法としてCu金属やAl-Cu合金、Al-Si-Cu合金等の低抵抗材料を採用する動向がある。

【0003】 また近年、次世代LSIに用いる誘電体材料として、チタン酸鉛〔 PbTiO_3 〕、PZT〔 $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ 〕やPLZT〔 $(\text{Pb}, \text{La})(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ 〕等の強誘電体薄膜を応用する提案がなされている。すなわちこれら材料の強誘電性を利用しDRAMのメモセルとして、またMISトランジスタのゲート絶縁膜に用いたMFSトランジスタとして、あるいは分極反転のヒステリシスを利用した大容量不揮発性メモリへの展開、さらには焦電性を利用した赤外線センサの作成等が報告されている。これら強誘電体デバイスの実用化へは、特性にすぐれた強誘電体薄膜の形成方法もさることながら、強誘電体薄膜への電極バターニング方法についても検討の余地が大きい。従来より強誘電体薄膜上の電極材料としては、特性の安定性の観点からP

t金属を用いるのが一般的である。

【0004】 これらCu系金属やPt金属をバターニングして微細な電極や配線を形成する場合には、ハロゲン系ガスを用いた反応性プラズマエッチングによる高選択比、高異方性かつ低ダメージの加工を施すのであるが、これら金属のハロゲン化物は蒸気圧が小さく、すなわちエッチングレートも小さいので、難エッチング金属と呼称されるほどである。

【0005】 これら難エッチング金属のハロゲン系反応生成物の昇華を促進しエッチングレートを向上するため、例えばCu金属膜を有する被エッチング基板を加熱しつつ加工する方法が第36回応用物理学関係連合講演会（1989年春期年会）講演予稿集p570、講演番号1p-1-1に報告されている。すなわちヒータを内蔵した基板ステージを有する平行平板型RIE装置により、 CCl_4 と N_2 との混合ガスを用いて、被エッチング基板を350℃以上に加熱しながら反応性イオンエッチングを行うことにより、残渣やアンダカットのない異方的エッチングが達成されるとしている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら上記手法による難エッチング金属層のバターニングは、実用的なエッチングレートが確保できない問題点があった。すなわち平行平板型RIE装置により得られるプラズマ密度は $1 \times 10^{11} / \text{cm}^2$ 台であり、磁界を併用したマグネトロンRIE装置にあっても $1 \times 10^{12} / \text{cm}^2$ 台が上限である。このため被エッチング基板に入射するイオンフラックス密度にも限界があり、エッチング進行の推進力を主としてイオンアシスト機構に依存する上記手法では、エッチングレートが必然的に小さいのである。

【0007】 また基板加熱を基板ステージに内蔵したヒータのみに依存しているもので、昇温時間が長くかかり、エッチング開始前からヒータ加熱を開始する必要があった。このため反応生成物の昇華に必要とする時間以上の長時間にわたり被エッチング基板を加熱することとなる。この結果、予め半導体素子が形成された半導体基板の不純物拡散領域の再拡散や、エッチングチャンバ内の残留酸素による配線材料層の酸化等、デバイス劣化の問題があらたに発生する。

【0008】 そこで本発明の課題は、Cu系金属やPt金属等、ハロゲン系反応生成物の蒸気圧の小さい難エッチング金属を、実用的なエッチングレートを確保しつつバターニングするのに好適なプラズマエッチング装置およびプラズマエッチング方法を提供することである。

【0009】 また本発明の別の課題は、エッチング残渣やアンダーカットのない、異方形状にすぐれた上記プラズマエッチング装置およびプラズマエッチング方法を提供することである。

【0010】 さらに本発明の別の課題は、難エッチング金属を電極配線材料として用いた半導体等のデバイスに

において、不純物拡散の再拡散や配線材料の酸化を防止し、各種特性の劣化のないパターンニングを可能とするプラズマエッチング装置およびプラズマエッチング方法を提供することである。本発明の上記以外の課題は、本明細書中の記載および添付図面の説明により明らかにされる。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明のプラズマエッチング装置は、上述の課題を解決するために発案したものであり、 $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ 以上 $1 \times 10^{12} / \text{cm}^3$ 未満のプラズマ発生源と、基板ステージ上の被エッチング基板への赤外線照射加熱手段とを有するものである。赤外線照射加熱手段としては、ハロゲンランプ等インコヒーレントな連続スペクトルを有する赤外線光源、具体的にはタングステン (W) ハロゲンランプ等を例示できる。またこれら赤外線光源に加え、ヒータ等の基板ステージ加熱手段を補助的に有することが望ましい。

【0012】 $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ 以上 $1 \times 10^{12} / \text{cm}^3$ 未満のプラズマ密度が得られるプラズマ発生源を有するプラズマエッチング装置としては、ヘリコン波プラズマ (Helicon Wave Plasma) エッチング装置、ICP (Inductively Coupled Plasma) エッチング装置、TCP (Tranceformer Coupled Plasma) エッチング装置、ECR (Electron Cyclotron Resonance) プラズマエッチング装置等を例示できる。ハロゲンランプを装着するスペース余裕の観点からは、ヘリコン波プラズマエッチング装置や ICP エッチング装置が好ましい。上記した各高密度プラズマ処理装置についての技術的説明は、個々の技術リポート等に詳述されているので省略するが、総説として月間セミコンダクターワールド誌 1992 年 10 月号 59 ページに掲載されている。

【0013】また本発明のプラズマエッチング方法は、基板ステージ上の被エッチング基板を赤外線照射加熱しつつ、 $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ 以上 $1 \times 10^{12} / \text{cm}^3$ 未満のプラズマ密度が得られるプラズマ発生源を用いてプラズマエッチングを施すものである。このときこれら赤外線源に加え、ヒータ等の基板ステージ加熱手段を補助的に併用しつつプラズマエッチングすることが望ましい。

【0014】

【作用】本発明のポイントは、 $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ 以上 $1 \times 10^{12} / \text{cm}^3$ 未満の高密度プラズマ発生源を有するプラズマエッチング装置に、赤外線照射加熱手段を付加した点にある。かかるプラズマ発生源を用いれば、高密度のイオンフラックスのスパッタリング効果により、イオンアシストモードのエッチングが効果的に進行する。また赤外線照射加熱手段により被エッチング基板表面を瞬間的に昇温することが可能であり、エッチング前後の不要な被エッチング基板加熱時間を排除できる。ま

た基板ステージ加熱手段を併用し、予め実プロセス温度より低い温度で、すなわち素子劣化のない温度で予備加熱した上で赤外線照射加熱手段を用いれば、上記基板加熱時間の短縮は徹底される。

【0015】これらのメカニズムの総合により、従来より大きなエッチングレートで、残渣を発生することなく難エッチング金属の異方的エッチングを施すことが可能となるのである。

【0016】ところで、従来より一般的に用いられている平行平板型プラズマエッチング装置は、プラズマ密度として $1 \times 10^{10} / \text{cm}^3$ 台、磁界を併用する平行平板型マグネトロン CVD 装置にあっても $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ オーダーのプラズマ密度であり、プラズマ密度やイオンフラックス密度の点でやや難点がある。しかし、赤外線照射加熱手段を別途付加すれば本発明の趣旨に従って使用することは可能である。

【0017】一方、プラズマ密度の上限については、エッチングガス圧と密接な関連があり、本発明で用いる高密度プラズマエッチング装置の主たる動作圧力である $10^{-1} \text{ Pa} \sim 10^{-2} \text{ Pa}$ 台のガス圧力においては、 $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ のプラズマ密度はほぼ完全解離に近い値であるので、これが上限となる。

【0018】

【実施例】以下、本発明の具体的実施例につき添付図面を参照しながら説明する。

【0019】実施例 1

本実施例では、本発明を適用したプラズマエッチング装置の一構成例につき図 1 に示す概略断面図を参照して説明する。この装置はヘリコン波プラズマ発生源と W ハロゲンランプによる被エッチング基板加熱手段を具備した構成を有する。上記ヘリコン波プラズマ発生源は、石英またはアルミナ等からなるベルジヤ 6 をを周回するヘリコン波アンテナ 7、ヘリコン波プラズマ電源 8、マッチングネットワーク 9 および内周コイルおよび外周コイルからなるソレノイドコイルアッセンブリ 10 等から構成する。このうち、内周コイルはヘリコン波の伝播に寄与し、外周コイルは生成されたプラズマの輸送に寄与する。被エッチング基板 1 を載置する基板ステージ 2 は抵抗加熱ヒータ等による基板ステージ加熱手段 3 を内蔵し、一方 W ハロゲンランプと反射鏡等からなる赤外線照射加熱手段 4 により発生する赤外線は石英ガラス等の光照射窓 5 を透過して被エッチング基板 1 を加熱する。赤外線照射加熱手段 4 は被エッチング基板 1 の中心軸に対し、軸対称に複数個、例えば 4 個設けることが望ましい。11 はエッチングチャンバ 13 内の発散磁界を制御するマルチポール磁石、12 は基板バイアス電源であり被エッチング基板 1 への入射イオンエネルギーを制御するものである。なお同図においてはエッチングガス導入孔、真空ポンプ、ゲートバルブ等の装置細部は図示を省略する。

【0020】上記ヘリコン波プラズマエッチング装置によれば、ヘリコン波アンテナ7の特徴的な構成により、プラズマ発生室であるベルジャ6をエッチングチャンバ13より大幅に小型化でき、したがって光照射窓5と赤外線照射加熱手段4の設置場所の自由度が高い。なお光照射窓はプラズマによる粗面化や堆積物による曇りを防止するため、開閉可能なシャッターや不活性ガスブロー手段、窓加熱手段等を別途付加してもよい。これらは発光分光分析等における光透過窓の曇り防止手段として公知であるので、詳細な説明は省略する。本装置によれば、ヘリコン波アンテナの構造特性により $10^{12}/\text{cm}^3$ オーダーの高密度プラズマを利用したプラズマエッチングが可能である。

【0021】実施例2

本実施例は、前述したヘリコン波プラズマエッチング装置を用いてCu金属層のパターニングをおこなった例であり、これを図3(a)～(c)を参照して説明する。

【0022】図示しないSi等の半導体基板上にSiO₂等からなる層間絶縁膜20、Ti/TiNからなる密着層兼バリアメタル層21、Cu金属層22、SiO₂等からなる無機マスク層23およびレジストマスク24をこの順に順次形成する。密着層兼バリアメタル層21は、例えば下層のTiが30nm上層のTiNが40nmであり、各々スパッタリングにより形成する。層間絶縁膜20に図示しない半導体基板の能動層に臨む接続孔が開口されている場合には、密着層兼バリアメタル層は接続孔内部を被覆してコンフォーマルに形成する。Cu金属層22および無機マスク層23の厚さは一例として500nmと100nmでありいずれもスパッタリングにより形成する。レジストマスク24は化学増幅型レジストとKrFエキシマレーザリソグラフィにより、一例として0.35μm幅のパターンに形成する。この状態を図3(a)に示す。なおこの際無機マスク層23はSiONやTiONを材料として形成し、露光時の反射防止層を兼ねる構成としてもよい。

【0023】次にレジストマスク24をマスクに無機マスク層23をエッチングして無機マスク層23パターンを形成し、レジストマスク24をアッシングないしは剥離する。無機マスク層23は薄いので、0.35μm幅のパターン転写が正確におこなわれる。図3(b)に示すこの段階まで形成したサンプルを被エッチング基板とする。

【0024】上記被エッチング基板1を図1に示すヘリコン波プラズマエッチング装置の基板ステージ2上に載置し一例として下記条件によりCu金属層及び密着層兼バリアメタル層21のプラズマエッチングをおこなう。

SiCl ₄	20	sccm
Cl ₂	20	sccm
N ₂	20	sccm
NH ₃	10	sccm

ガス圧力	0.13	Pa
ヘリコン波プラズマ電源パワー	2500	W (13.56MHz)
基板バイアス電源パワー	100	W (2MHz)
基板ステージ加熱温度	200	℃
赤外線照射加熱電源パワー	500	W

なお赤外線照射加熱電源パワーは4個のWハロゲンランプの合計パワーである。

【0025】上記エッチング過程においては、Cu金属層22表面の自然酸化膜をNH₃により還元除去するとともに、Cl⁻とCuとの反応生成物CuCl₂がCl⁻、SiCl₄やN₂等の高密度のイオン照射を受けてスパッタ除去される。この際、赤外線照射を受ける被エッチング基板の表面温度は基板ステージ加熱温度より高くなるので、CuCl₂はスパッタの効果との相乗効果により速やかに昇華除去される。密着層兼バリアメタル層21のエッチングにおいては、ほぼ同じ機構によりこの場合TiCl₄が昇華除去される。また同時にSiCl₄とN₂との反応生成物であるSiCl₃N₂がパターン側壁に付着してラジカルのアタックから側壁を防御し、サイドエッチングを防止する。この結果、基板ステージ加熱のみにより被エッチング基板を400℃に加熱する従来のプロセスに比較しても2倍以上のエッチングレートである200nm/minの異方性エッチングが達成される。エッチング終了後のCu金属層パターンは、図3(c)に示すようにCu金属の残渣は観察されなかった。無機マスク層23は別途除去してもよいし、そのまま残して上層の層間絶縁膜の一部として利用してもよい。

【0026】実施例3

本実施例では実施例1のヘリコン波プラズマ発生源に加え、ICP(Inductively Coupled Plasma)発生源を有するハイブリッド型のプラズマエッチング装置の一構成例につき図2に示す概略断面図を参照して説明する。本装置は実施例1で提案したヘリコン波プラズマエッチング装置と基本的構成は同じであるので、特徴部分のみを説明する。

【0027】本装置の特徴部分はエッチングチャンバ上部の側壁を石英等誘電体材料からなるシリンダ15で構成し、この外周に大型のマルチターンアンテナ16を巻回した点である。14はマルチターンアンテナ16に電力を供給するICP電源である。ベルジャ6およびシリンダ15は被エッチング基板1の中心軸に対し軸対称に構成する。したがってベルジャ6から発散するヘリコン波プラズマをマルチターンアンテナの発生する磁界が効率よく引き出すとともにこれを閉じ込め、シリンダ15やエッチングチャンバ13内壁とエッチング種との反応を抑制し、被エッチング基板に対し例えば2～5×10¹²/cm³の高密度プラズマによる均一な処理を施すこ

とが可能である。

【0028】実施例4

本実施例は、前述したヘリコン波プラズマ/ICPハイブリッド型エッチング装置を用いてPt金属層のパターニングをおこなった例であり、これを図4(a)～(c)を参照して説明する。

【0029】図示しないSi半導体等からなる基板25上にPZT等からなる強誘電体材料層26、Pt金属層27、SiO₂等からなる無機マスク層23およびレジストマスク24をこの順に順次形成する。基板上に電極層が形成されていてもよい。なおPt金属層27の厚さは例えば700nm、無機マスク層23の厚さは100nmでありともにスパッタリングで形成する。またレジストマスク24はノボラック系ポジ型レジストとi線ステッパ露光でパターニングし、そのパターン幅は0.5μmである。この状態を図4(a)に示す。

【0030】次にレジストマスク24をマスクに無機マスク層23をエッチングして無機マスク層23パターンを形成し、レジストマスク24をアッシングないしは剥離する。無機マスク層23は薄いので、0.5μm幅のパターン転写が正確におこなわれる。図4(b)に示すこの段階まで形成したサンプルを被エッチング基板とする。

【0031】上記被エッチング基板1を図2に示すヘリコン波プラズマ/ICPハイブリッド型プラズマエッチング装置の基板ステージ2上に載置し一例として下記条件によりPt金属層のエッチングを行う。

S: Cl ₂ :	20	sccm
NH ₃ :	10	sccm
ガス圧力	0.13	Pa
ヘリコン波プラズマ電源パワー	2500	W (13.5-6MHz)

ICP電源パワー	900	W (2MHz)
----------	-----	----------

基板バイアス電源パワー	200	W (1.8MHz)
-------------	-----	------------

基板ステージ加熱温度	400	℃
------------	-----	---

赤外線照射加熱電源パワー	500	W
--------------	-----	---

なお赤外線照射加熱電源パワーは4個のWハロゲンランプの合計パワーである。

【0032】Ptの塩化物は難昇華性ではあるが、上記エッチング過程においてはCl⁻とPtとの反応生成物PtCl₂がCl⁻、SCl₂、NH₃等の高密度のイオン照射を受けてスパッタ除去される。これは、赤外線照射を受ける被エッチング基板の表面温度は基板ステージ加熱温度400℃より高くなるので、PtCl₂はスパッタの効果との相乗効果により速やかに昇華除去されるのである。また同時にS: Cl₂とNH₃との反応生成物でNH₃ Sがパターン側壁に付着してラジカルのアタックから側壁を防御し、サイドエッチングを防止

する。この結果、基板ステージ加熱手段のみにより被エッチング基板を400℃に加熱する従来のプロセスに比較しても、2倍以上のエッチングレートである100nm/minの異方性エッチングが達成される。エッチング終了後のPt金属層パターンは、図4(c)に示すようにPt金属の残渣は観察されなかった。

【0033】以上、本発明を2例の実施例により説明したが、本発明はこれら実施例に何ら限定されるものではない。

【0034】例えば、プラズマエッチング装置として、ICP単独によるエッチング装置や、前述したTCPエッチング装置、ECRプラズマエッチング装置等1×10¹¹/cm³以上1×10¹²/cm³未満のプラズマ密度が得られるプラズマ発生源を有するエッチング装置を適宜選択し、これに被エッチング基板表面への赤外線照射加熱手段を付加して用いてよい。

【0035】赤外線照射加熱手段としてはWハロゲンランプを例示したが、メタルハライドランプやXe-Hgランプ、赤外線レーザー等を用いてもよい。但し輝線スペクトルや単色光源よりは、連続スペクトル光源の方が被エッチング基板の加熱の均一性はよい。

【0036】基板ステージ加熱手段として抵抗加熱ヒータを例示したが、シリコンオイル等熱媒体を循環して加熱してもよい。He等熱伝導ガスを被エッチング基板裏面に供給すれば熱交換効率や加熱の均一性の向上に寄与する。

【0037】プラズマエッチングの対象としてCu金属とPt金属を例示したが、他にAu、Ag、Pd、Ni等ハロゲン化物の蒸気圧の小さな金属や、これら難エッチング金属を含む合金や化合物、例えばAl-Cu合金、Al-Si-Cu合金、Cu酸化物系高温超電導材料等のパターニングに用いて残渣のないエッチングが可能である。

【0038】エッチングガスとしてBCl₃、CCl₄、HCl、PCl₅、S: Cl₂、SCl₂等各種Cl系ガスやF系ガス、Br系ガス、I系ガスをエッチング対象材料に応じて選択して用いることができる。またこれらハロゲン系ガスにHe、Ar、Xe等希ガスやN₂等不活性ガスを添加してもよい。

【0039】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明は1×10¹¹/cm³以上1×10¹²/cm³未満のプラズマ密度が得られるプラズマ発生源と、基板ステージ上の被エッチング基板への赤外線照射加熱手段を装備したプラズマエッチング装置を用いてプラズマエッチングを施すことにより、Cu金属やPt金属あるいはその合金、化合物等いわゆる難エッチング性金属を含む材料層を実用的なエッチングレートで異方性よくパターニングすることができる。またエッチング残渣を発生すること

【0040】被エッチング基板の基板加熱はWハロゲンランプ等により極く短時間で昇温できるので、昇温時間の短縮ならびに実プロセス前の予備加熱が不要となる。このためスループットの向上が図れるのみならず、不純物拡散層の再拡散や残留酸素による酸化等によるデバイス劣化を防止できる。上記効果は、基板ステージを抵抗加熱ヒータ等で実プロセス温度より低い温度で、すなわちデバイス劣化のない範囲の温度で加熱制御しておけば、より一層徹底される。

【0041】上記効果により、低抵抗の電極や配線を有する半導体装置や、強誘電体薄膜を用いるデバイスの電極を信頼性高く製造することが可能となり、本発明が次世代電子デバイスの製造プロセスに与える寄与は大きい。本発明は薄膜磁気ヘッドコイルや薄膜インダクタ等の製造に利用しても多大の効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した実施例1によるプラズマエッチング装置の概略断面図である。

【図2】本発明を適用した実施例3によるプラズマエッチング装置の概略断面図である。

【図3】本発明を適用した実施例2のプラズマエッチング方法を示す図であり、(a)は層間絶縁膜上に密着層兼バリアメタル層、Cu系金属層、無機マスク層およびレジストマスクを形成した状態、(b)は無機マスクパターンを形成した状態、(c)はCu系金属層と密着層兼バリアメタル層をパターニングした状態である。

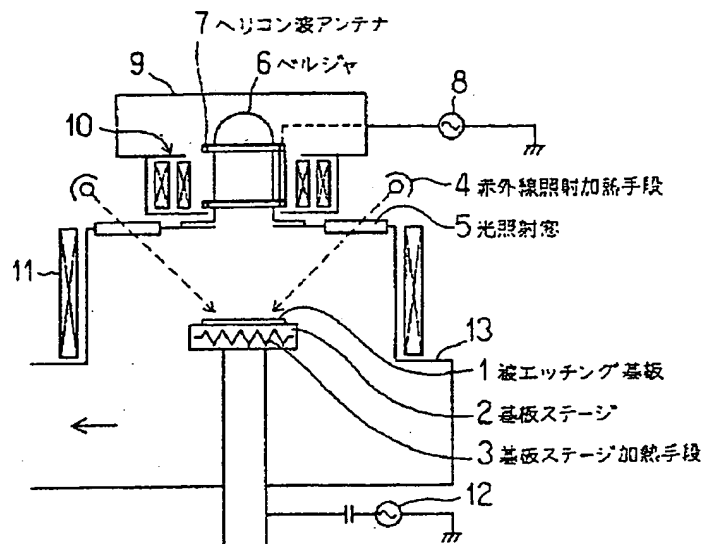
【図4】本発明を適用した実施例4のプラズマエッチング方法を示す図であり、(a)は基板上に強誘電体材料層、Pt金属層、無機マスク層およびレジストマスクを

形成した状態、(b)は無機マスクパターンを形成した状態、(c)は強誘電体材料層をパターニングした状態である。

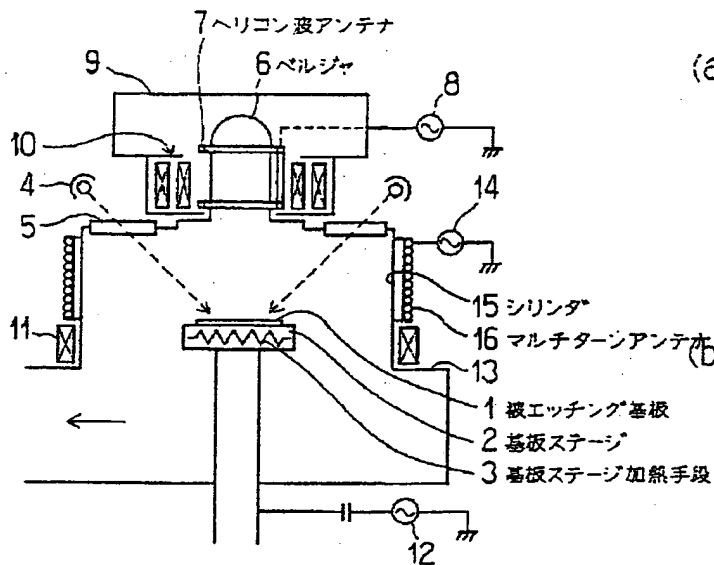
【符号の説明】

- | | |
|----|---------------|
| 1 | 被エッチング基板 |
| 2 | 基板ステージ |
| 3 | 基板ステージ加熱手段 |
| 4 | 赤外線照射加熱手段 |
| 5 | 光照射窓 |
| 6 | ベルジャ |
| 7 | ヘリコン波アンテナ |
| 8 | ヘリコン波プラズマ電源 |
| 9 | マッチングネットワーク |
| 10 | ソレノイドコイルアセンブリ |
| 11 | マルチポール磁石 |
| 12 | 基板バイアス電源 |
| 13 | エッチングチャンバ |
| 14 | ICP電源 |
| 15 | シリンダ |
| 16 | マルチターンアンテナ |
| 20 | 層間絶縁膜 |
| 21 | 密着層兼バリアメタル層 |
| 22 | Cu系金属層 |
| 23 | 無機マスク層 |
| 24 | レジストマスク |
| 25 | 基板 |
| 26 | 強誘電体材料層 |
| 27 | Pt金属層 |

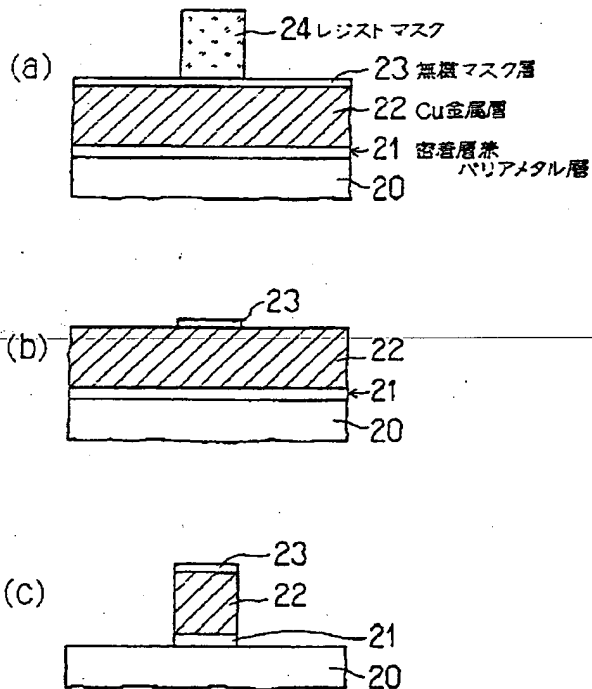
【図1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

